

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-248304

(43)Date of publication of application : 24.09.1993

(51)Int.Cl.

F02D 45/00

F02D 45/00

(21)Application number : 04-051727

(71)Applicant : NIPPONDENSO CO LTD

(22)Date of filing : 10.03.1992

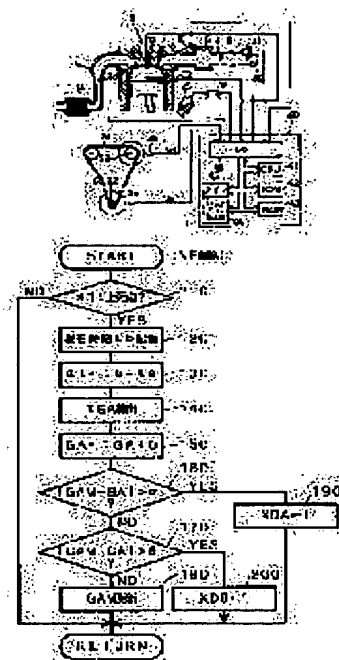
(72)Inventor : OKAMOTO YOSHIYUKI

(54) CRANK ANGLE DETECTOR OF INTERNAL COMBUSTION ENGINE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a crank angle detector which can exactly judge any abnormality of phase by precisely and accurately detecting rotational phase shift between a crank shaft and a cam shaft.

CONSTITUTION: A crank angle detector is provided with a crank shaft sensor 34 for sending rotational angle signals which can detect a fixed rotational position of a crank shaft for every fixed rotational angle of a crank shaft 22 and a cam shaft sensor 36 for sending reference signals in the fixed rotational position of a cam shaft 26. A rotational angle GA of the crank shaft is computed by a CPU 41(Step110-150), wherein the rotational angle GA is such a rotational angle of the crank shaft 22 formed from the time when the reference signal is output from the cam shaft sensor 36 and to the time when the fixed rotational position (≥ 1 ;TDC) of the crank shaft 22 is detected by output signals from the crank shaft sensor 34. Moreover, the learning value GAM of rotational angle GA computed in the past is computed(Step 180), and any abnormality of phase between the crank shaft 22, and the cam shaft 26 is judged from a deviation of the latest rotational angle GA from the learning value GAM.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The crankshaft sensor which is formed in an internal combustion engine's crankshaft and generates an identifiable angle-of-rotation signal for the criteria rotation location of a crankshaft for every predetermined angle of rotation of this crankshaft, The cam shaft sensor which is formed in the cam shaft which is mechanically connected with the above-mentioned crankshaft and rotates at 1 time of the rate to two rotations of this crankshaft, and generates a reference signal in the predetermined rotation location of this cam shaft, A criteria rotation location detection means to detect the criteria rotation location of the above-mentioned crankshaft based on the angle-of-rotation signal from the above-mentioned crankshaft sensor, It is based on the angle-of-rotation signal outputted from the above-mentioned crankshaft sensor whenever a reference signal is outputted from the above-mentioned cam shaft sensor. An angle-of-rotation calculation means to compute angle of rotation of the above-mentioned crankshaft after a reference signal is outputted from the above-mentioned cam shaft sensor until the criteria rotation location of the above-mentioned crankshaft is detected by the above-mentioned criteria rotation location detection means, A study value calculation means to compute the study value which equalized this angle of rotation based on two or more angle of rotation computed in the past with this angle-of-rotation calculation means, It is based on the study value of the above-mentioned angle of rotation computed with this study value calculation means, and the newest angle of rotation computed with the above-mentioned angle-of-rotation calculation means. It is detection equipment whenever [crank angle / of the internal combustion engine characterized by having an abnormality judging means to judge abnormalities when the rotation phase shift to the above-mentioned crankshaft of the above-mentioned cam shaft is detected and this amount of gaps becomes beyond a predetermined value].

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]**[0001]**

[Industrial Application] This invention relates to detection equipment whenever [crank angle / of the internal combustion engine having the crankshaft sensor which generates an angle-of-rotation signal for every predetermined angle of rotation of a crankshaft, and the cam shaft sensor which generates a reference signal for every rotation of the cam shaft mechanically connected with the crankshaft through the timing belt etc.].

[0002]

[Description of the Prior Art] With a four-cycle internal combustion engine, the stroke from inhalation of air to exhaust air is completed by two rotations of a crankshaft. For this reason, the crankshaft sensor which generates an angle-of-rotation signal for every predetermined angle of rotation of a crankshaft in this kind of internal combustion engine, It has the cam shaft sensor which generates a reference signal for every rotation of the cam shaft mechanically connected with the crankshaft through the timing belt etc. with the reference signal from a cam shaft sensor He detects the criteria rotation location (for example, top dead center of a specific gas column) of a crankshaft, and is trying to detect whenever [crank angle] by making two rotations of a crankshaft into one period based on this detection result and the angle-of-rotation signal from a crankshaft sensor.

[0003] By the way, since the cam shaft with which a cam shaft sensor is formed is mechanically connected to an internal combustion engine's crankshaft through the timing belt etc., a rotational phase [crankshaft / a cam shaft and] may shift by a gearing's backlash, bending of a timing belt, etc. When such a rotation phase shift (abnormalities in a phase) occurs, abnormalities arise in the detection result of whenever [crank angle], and it becomes impossible and to perform ignition timing control etc. good based on the detection result.

[0004] So, in the former, as indicated by JP,64-68618,A, for example If it separates from the predetermined range where angle of rotation of a crankshaft until an angle-of-rotation signal is outputted next from a crankshaft sensor was computed, and this calculation result was set up beforehand after a reference signal is outputted from a cam shaft sensor It considers judging that the above-mentioned abnormalities in a phase occurred, and switching to the control which does not use whenever [crank angle / which is acquired by each above-mentioned sensor in engine control].

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, since the reference signal from a cam shaft sensor is premised on being between two angle-of-rotation signals outputted from a crankshaft sensor in the predetermined angle-of-rotation location of a crankshaft in the equipment of this proposal, When the rotation phase shift of a crankshaft and a cam shaft exceeded angle of rotation of the crankshaft corresponding to angle-of-rotation signal output spacing of a crankshaft sensor by gear-tooth jump of a timing belt etc., there was a problem that the amount of gaps was correctly undetectable.

[0006] Moreover, since angle of rotation of a crankshaft until an angle-of-rotation signal is outputted next from a crankshaft sensor becomes the same as always [forward] after a reference signal is outputted from a cam shaft sensor when the amount of rotation phase shifts of a crankshaft and a cam shaft becomes angle of rotation of the crankshaft corresponding to angle-of-rotation signal output spacing of a crankshaft sensor, or its multiple, there is also a problem of it becoming impossible to detect the above-mentioned abnormalities in a phase.

[0007] Furthermore, since it is mechanically connected using the timing belt etc., and it attaches to the rotation phase of each shaft, tolerance is included and a phase shift arises according to this attachment tolerance also from each sensor to a detecting signal, a crankshaft and a cam shaft also have the problem that an abnormality

judging cannot be performed, when the amount of rotation phase shifts of a crankshaft and a cam shaft is in that tolerance.

[0008] This invention was made in view of such a problem, moreover, detects the rotation phase shift of a crankshaft and a cam shaft with high degree of accuracy certainly, and aims at offering detection equipment whenever [crank angle / of the internal combustion engine which can judge the abnormalities in a phase correctly].

[0009]

[Means for Solving the Problem] Namely, this invention made in order to attain the above-mentioned purpose The crankshaft sensor which is formed in an internal combustion engine's crankshaft and generates an identifiable angle-of-rotation signal for the criteria rotation location of a crankshaft for every predetermined angle of rotation of this crankshaft so that it may illustrate to drawing 1 , The cam shaft sensor which is formed in the cam shaft which is mechanically connected with the above-mentioned crankshaft and rotates at 1 time of the rate to two rotations of this crankshaft, and generates a reference signal in the predetermined rotation location of this cam shaft, A criteria rotation location detection means to detect the criteria rotation location of the above-mentioned crankshaft based on the angle-of-rotation signal from the above-mentioned crankshaft sensor, It is based on the angle-of-rotation signal outputted from the above-mentioned crankshaft sensor whenever a reference signal is outputted from the above-mentioned cam shaft sensor. An angle-of-rotation calculation means to compute angle of rotation of the above-mentioned crankshaft after a reference signal is outputted from the above-mentioned cam shaft sensor until the criteria rotation location of the above-mentioned crankshaft is detected by the above-mentioned criteria rotation location detection means, A study value calculation means to compute the study value which equalized this angle of rotation based on two or more angle of rotation computed in the past with this angle-of-rotation calculation means, It is based on the study value of the above-mentioned angle of rotation computed with this study value calculation means, and the newest angle of rotation computed with the above-mentioned angle-of-rotation calculation means. The rotation phase shift to the above-mentioned crankshaft of the above-mentioned cam shaft is detected, and when this amount of gaps becomes beyond a predetermined value, detection equipment is made into the summary whenever [crank angle / of the internal combustion engine characterized by having an abnormality judging means to judge abnormalities].

[0010]

[Function] Whenever [crank angle / of this invention constituted as mentioned above], a crankshaft sensor generates an identifiable angle-of-rotation signal for the criteria rotation location of a crankshaft for every predetermined angle of rotation of a crankshaft, a cam shaft sensor generates a reference signal in detection equipment, in the predetermined rotation location of a cam shaft, and a criteria rotation location detection means detects the criteria rotation location of a crankshaft based on the angle-of-rotation signal from a crankshaft sensor.

[0011] Moreover, if a cam shaft sensor generates a reference signal, an angle-of-rotation calculation means computes angle of rotation of a crankshaft after a reference signal is outputted from a cam shaft sensor until the criteria rotation location of a crankshaft is detected by the criteria rotation location detection means based on the angle-of-rotation signal from a crankshaft sensor, and a study value calculation means will compute the study value which equalized angle of rotation based on two or more angle of rotation computed in the past with the angle-of-rotation calculation means.

[0012] Then, an abnormality judging means detects the rotation phase shift to the crankshaft of a cam shaft based on the study value computed with the study value calculation means, and the newest angle of rotation computed with the angle-of-rotation calculation means, and abnormalities are judged when the amount of gaps becomes beyond a predetermined value.

[0013]

[Example] The example of this invention is explained with a drawing below. Drawing 2 is an outline block diagram showing the internal combustion engine 2 of the 4-cylinder to which this invention was applied, and its peripheral device first.

[0014] As shown in drawing, air is introduced into an internal combustion engine 2 through the inlet pipe 8 in which the surge tank 6 grade for removing pulsation of the throttle valve 4 opened and closed by the accelerator pedal which is not illustrated being interlocked with and inhalation of air was prepared. Moreover, by opening a

fuel injection valve 10, a fuel is supplied for every gas column and lit with the ignition plug 12 prepared in each gas column. And the exhaust air after combustion by this ignition is discharged through the exhaust pipe 16 with which the three way component catalyst 14 for exhaust air purification was formed.

[0015] Moreover, the sequential distribution of the high voltage generated with the ignition coil 18 by the ignition plug 12 of each gas column are carried out through a distributor 20, and ignition is performed by this for every gas column. That is, a distributor 20 is attached in the cam shaft 26 connected with an internal combustion engine's 2 crankshaft 22 through the timing belt 24, and when a cam shaft 26 rotates at 1 time of the rate to two rotations of a crankshaft 22, he allots the high voltage which the ignition coil 18 generated to the ignition plug 12 of each gas column by sequential.

[0016] moreover, to an internal combustion engine 2, as a sensor for detecting the operational status next An intake-air temperature It is attached in the air-fuel ratio sensor 33 and crankshaft 22 which detect the air-fuel ratio of gaseous mixture. the intake temperature sensor 30 to detect, the air flow meter 31 which detects the air content which flows into an inlet pipe 8, the coolant temperature sensor 32 which detects the temperature of cooling water, and the fuel supplied to the internal combustion engine 2 from the oxygen density under exhaust air -- It is an angle-of-rotation signal (it is hereafter called Ne signal.) for every predetermined angle of rotation of a crankshaft 22. It is attached in the generated crankshaft sensor 34 and a cam shaft 26, and has the cam shaft sensor 36 which generates a reference signal (henceforth G1 signal) in the predetermined angle-of-rotation location of a cam shaft 26.

[0017] In addition, the crankshaft sensor 34 is the so-called magnetometric sensor, and he is trying for sensing coil 34a which fixed to the crankshaft 22 Rota 35 which deleted only two of the projection and formed toothless section 35a while forming 36 projections in the perimeter at equal intervals, as shown in drawing 3 , and was fixed to the predetermined location of Rota 35 perimeter to detect the projection of Rota 35 magnetically. moreover, sensing coil 34a -- the projection next to toothless section 35a -- the 1st of an internal combustion engine 2 -- cylinder #1 and the 4th -- it is positioned so that it may detect in the top dead center location of cylinder #4. for this reason, the 1st of the internal combustion engine 2 corresponding to [as shown in drawing 4 (a) from the crankshaft sensor 34] toothless section 35a -- cylinder #1 and the 4th -- it is a rotation field except the before [a top dead center] 30-degree-CA part of cylinder #4, and Ne signal will be outputted to every 10 degree-C[of a crankshaft 22] A.

[0018] Moreover, it is made for the cam shaft sensor 36 to be the so-called magnetometric sensor, and to be detected as shown in drawing 3 magnetically like the crankshaft sensor 34 using sensing coil 36a which fixed to the cam shaft 26 Rota 37 where one projection was formed in the perimeter, and fixed the projection to the predetermined location of Rota 37 perimeter. moreover, sensing coil 36a -- the 1st of an internal combustion engine 2 -- it is positioned so that the projection of Rota 37 may be detected with predetermined angle of rotation in front of the top dead center of cylinder #1. for this reason, from the cam shaft sensor 36, it is shown in drawing 4 (g) -- as -- one rotation of a cam shaft 26 -- two rotations of 1 time 22, i.e., a crankshaft, -- the rate of 1 time , -- the 1st -- G1 signal will be outputted in front of the top dead center of cylinder #1.

[0019] Next, the detecting signal from each above-mentioned sensor is inputted into an electronic control (ECU) 40. the fuel supplied to an internal combustion engine 2 based on the detecting signal from each above-mentioned sensor which ECU40 is constituted by the well-known microcomputer which consists of CPU41, ROM42, RAM43, backup RAM 44, a timer 45, and I/O circuit (I/O) 46 grade, and expresses an internal combustion engine's 2 operational status -- the air-fuel ratio of gaseous mixture, the high-voltage generating timing (namely, ignition timing) from an ignition coil 18, etc. are controlled.

[0020] Moreover, in the I/O circuit 46 of ECU40, Ne signal from the above-mentioned crankshaft sensor 34 and G1 signal from the cam shaft sensor 36 are processed, and the digital disposal circuit which generates the various signals used for controlling an internal combustion engine 2 by CPU41 is prepared.

[0021] The waveform shaping circuits 47 and 48 which shape Ne signal and G1 signal in waveform, respectively as this digital disposal circuit is shown in drawing 3 , The angle-of-rotation signal of every 30 degrees-C [of crankshafts from Ne signal shaped in waveform in each waveform shaping circuits 47 and 48, and G1 signal] A (it is hereafter called NE signal.) The top dead center signal showing the top dead center of each gas column (it is hereafter called a TDC signal.) And the gas column distinction signal for gas column distinction (it is hereafter called G2 signal.) It consists of signal generation circuits 50 to generate.

[0022] Hereafter, the configuration and actuation of this signal generation circuit 50 are explained. As shown in

drawing 3 , in the signal generation circuit 50, Ne signal shown in drawing 4 (a) shaped in waveform first in the waveform shaping circuit 47 is inputted into the toothless distinction circuit 52. the toothless distinction circuit 52 -- the 1st of the loss of teeth 2 from input spacing of Ne signal, i.e., an internal combustion engine, -- cylinder #1 or the 4th -- the top dead center of cylinder #4 is distinguished. Then, a frequency divider 54 generates NE signal of every 30 degree-CA of the crankshaft 22 shown in drawing 4 (b) by carrying out 1 / 3 dividing of the angle-of-rotation signal Ne inputted after that.

[0023] Moreover, it counts up with NE signal which is reset by it at the time of dividing initiation of a frequency divider 54, i.e., when the toothless distinction circuit 52 distinguishes loss of teeth in the signal generation circuit 50, and is outputted to it from a frequency divider 54 after that, if counted value is set to "23" as shown in drawing 4 (c), counted value will be reset to 0 by the following NE signal, and the crank counter 56 which starts count-up again is formed. This crank counter 56 generates a TDC signal with the following NE signal with which counted value was set to "5", "11", "17", and "23", as shown in drawing 4 (d).

[0024] that is, the crank counter 56 -- the 1st of an internal combustion engine 2 -- cylinder #1 or the 4th -- it is reset in the top dead center of cylinder #4, and since it counts up to every 30 degree-C[of a crankshaft 22] A until the rear-brake-bell-crank shaft 22 rotates two times, although a gas column cannot be specified, the top dead center of each gas column is detectable [with the counted value]. Then, CPU41 enables it to detect the top dead center of each gas column correctly in this example by generating a TDC signal as mentioned above from the crank counter 56.

[0025] moreover, the crank counter 56 -- that counted value -- the 1st -- cylinder #1 or the 4th -- since the top dead center of cylinder #4 is detectable, the sample gate signal (henceforth SG signal) shown in drawing 4 (e) for incorporating G1 signal inputted into predetermined angle-of-rotation within the limits in front of this top dead center is generated.

[0026] This SG signal is inputted into CP1 generation circuit 60 which generates the clear pulse (henceforth CP1 signal) for resetting the D-flip-flop circuit 58 which latches G1 signal inputted through a waveform shaping circuit 48. CP1 generation circuit 60 with the starter signal (STA) inputted at the time of an internal combustion engine's 2 starting The D-flip-flop circuits 62 and 64 which are set and reset and operate with the internal clock in ECU40 (CK), respectively, It consists of AND circuits 66 which output the signal (namely, CP1 signal) of High level when both the output of the D-flip-flop circuit 62 and the reversal output of the D-flip-flop circuit 64 are High level. The above-mentioned SG signal is inputted into the input terminal D of the D-flip-flop circuit 62, and the output of the D-flip-flop circuit 62 is used as the input terminal D of the D-flip-flop circuit 64 at an input. Therefore, as CP1 generation circuit 60 is shown in drawing 4 (f), at the time of the start of SG signal, CP1 signal of the predetermined width of face determined with the period of an internal clock will be generated, and the D-flip-flop circuit 58 is reset by this CP1 signal.

[0027] On the other hand, G1 signal shown in drawing 4 (g) inputted into the D-flip-flop circuit 58 through a waveform shaping circuit 48 is inputted as a clock signal, and supply voltage VCC is always impressed to the input terminal D of the D-flip-flop circuit 58. For this reason, the output of the D-flip-flop circuit 58 serves as High level, when G1 signal is inputted. Moreover, the D-flip-flop circuit 58 is reset as mentioned above by CP1 signal outputted from CP1 generation circuit 60. Therefore, in the D-flip-flop circuit 58, G1 latch signal used as High level shown in drawing 4 (h) will be generated until back CP1 signal into which G1 signal was inputted is inputted.

[0028] Next, this G1 latch signal is inputted into the input terminal D of the D-flip-flop circuit 68. NE clock generated whenever, as for the D-flip-flop circuit 68, the crank counter 56 performs count actuation with NE signal -- winning popularity -- operating -- the 1st from the crank counter 56 -- cylinder #1 or the 4th -- it is reset by the clear pulse (CP2) shown in drawing 4 (i) outputted at the time of top dead center detection of cylinder #4. for this reason -- the D-flip-flop circuit 68 -- after G1 latch signal input and NE signal -- synchronizing -- starting -- after that -- the 1st -- cylinder #1 or the 4th -- G2 signal for gas column distinction which falls in the top dead center of cylinder #4 (if G1 signal is normal -- the 1st -- it falls in the top dead center of cylinder #1) and which is shown in drawing 4 (j) is generated.

[0029] Thus, NE signal of every [which was generated in the signal generation circuit 50] 30 degrees-C [of crankshafts] A, the TDC signal showing the top dead center of each gas column, and G2 signal for gas column distinction are inputted into CPU41 with G1 signal shaped in waveform in the waveform shaping circuit 48. For this reason, while a TDC signal and G2 signal detect the top dead center of a specific gas column (this example

the 1cylinder# 1), with NE signal and the TDC signal which are inputted after that, whenever [crank angle], the stroke of internal combustion engine each gas column etc. is grasped, and the drive timing of a fuel injection valve 10 and the timing (ignition timing) which generates the high voltage from an ignition coil 18 are controlled by the CPU41 side.

[0030] Next, the abnormality judging processing performed in order to detect the abnormalities of the rotation phase of a crankshaft 22 and a cam shaft 26 by CPU41 is explained along with the flow chart shown in drawing 5. In addition, CPU41 is the start timing of G1 signal inputted through a waveform shaping circuit 48, and it is made to have read-out and G1 interrupt processing to memorize and which is not illustrated current time t_a performed from a timer 45 apart from this abnormality judging processing.

[0031] If it is the processing performed as one of the NE interrupt processing performed in CPU41 whenever NE signal is inputted from the signal generation circuit 50 and processing is started, the abnormality judging processing shown in drawing 5 the current TDC signal being first inputted at step 110, and judging whether G2 above-mentioned signal was High level until now moreover -- current -- the 1st -- it judges whether cylinder #1 is in a top dead center. and the 1st -- if cylinder #1 is not a top dead center -- the processing concerned -- ending -- the 1st -- if cylinder #1 is a top dead center -- step 120 -- shifting -- current time t_b -- read-out from a timer 45 -- it memorizes.

[0032] Next, the deflection of the current time t_b memorized at step 130 this time, and the time of day t_a memorized to the start timing of G1 signal by G1 above-mentioned interrupt processing (Namely, after [G1 signal input] the 1cylinder# time amount taken for 1 to become a top dead center) It asks for $^{**}t$ and this time amount $^{**}t$ is converted into the angle of rotation tGA of a crankshaft 22 at degree step 140 based on the rotational speed of the internal combustion engine 2 which asked from the input period of NE signal.

[0033] moreover, the thing for which the angle of rotation tGA which asked for the phase lag include angle C based on an internal combustion engine's 2 rotational speed, and carried out [above-mentioned] conversion using this phase lag include angle C is amended using the **** map shown in drawing 6 set up beforehand at step 150 below -- after [1st] G1 signal input -- the real angle of rotation GA of the crankshaft 22 taken for cylinder #1 to become a top dead center is computed.

[0034] That is, since it is generated by NE signal's shaping Ne signal from the crankshaft sensor 34 in waveform in a waveform shaping circuit 47, and carrying out signal processing in the signal generation circuit 50 further, delay arises to actual angle of rotation of a crankshaft 22, and the delay increases, so that an internal combustion engine's 2 rotational speed is high, as shown in drawing 7. Moreover, since delay arises to G1 signal similarly and G1 signal is moreover generated by rotation of a cam shaft 26, the delay will turn into still bigger delay than NE signal, as shown in drawing 7. Therefore, the phase contrast of each [these] signal changes according to an internal combustion engine's 2 rotational speed, and becomes so large that an internal combustion engine's 2 rotational speed is high.

[0035] Then, in order to amend the measurement error of the above-mentioned angle of rotation tGA produced according to the phase contrast of each such signal in this example, By creating the map showing the phase lag include angle corresponding to an internal combustion engine's 2 rotational speed beforehand shown in drawing 6, reading the phase lag include angle C in this map, and amending angle of rotation tGA using this value after [1st] G1 signal input -- it enables it to compute correctly the real angle of rotation GA of the crankshaft 22 taken for cylinder #1 to become a top dead center

[0036] Thus, if the real angle of rotation GA is computed at step 150, it will judge whether it shifted to step 160 this time, and the absolute value of the deflection (GAM-GA) of the study value GAM of the real angle of rotation GA computed in the past at the below-mentioned step 180 and the real angle of rotation GA for which it asked at step 150 this time exceeded the predetermined value alpha (for example, 50degree-CA). Moreover, if the absolute value of this deflection (GAM-GA) is not over the predetermined value alpha, it judges whether it shifted to step 170 and the absolute value of deflection (GAM-GA) exceeded the predetermined value beta (for example, 15degree-CA).

[0037] And if the absolute value of this deflection (GAM-GA) is not over the predetermined value beta, the crankshaft 22 and the cam shaft 26 are normally connected by the timing belt 24, and the malrotation judges that there is nothing, shifts to step 180, updates the study value GAM using operation expression $\{GAM = (3 \text{ and } GAM + GA) / 4\}$ based on the real angle of rotation GA for which it asked at step 150 this time, and the current study value GAM, and once ends the processing concerned.

[0038] On the other hand, when it is judged that the absolute value of the deflection (GAM-GA) of the study value GAM and the real angle of rotation GA exceeded the predetermined value alpha at step 160, it judges that the gear-tooth jump of the gear by the side of the cam shaft sensor 36 which engages with a timing belt 24 occurred, and shifts to step 190, and the processing concerned is ended, after setting the malfunction detection flag XDA for reporting that to an operator.

[0039] Moreover, when it is judged that the absolute value of the deflection (GAM-GA) of the study value GAM and the real angle of rotation GA exceeded the predetermined value beta at step 170, it judges that the gear-tooth jump of a timing belt 24 occurred, and shifts to step 200, and the processing concerned is ended after setting the malfunction detection flag XDB for reporting that to an operator.

[0040] The time of day t_a when G1 signal was inputted from the cam shaft sensor 36 by this example as shown in drawing 8 (a) as explained above, after that -- the 1st, while cylinder #1 computes the real angle of rotation GA of a crankshaft 22 from the time of day t_b used as a top dead center The study value GAM is computed by equalizing this real angle of rotation GA using the above-mentioned operation expression $\{GAM = (3 \text{ and } GAM + GA) / 4\}$. He is trying to judge the cam shaft sensor 36 side gear and the abnormalities in a phase by gear-tooth jump of a timing belt 24 by whether the deflection (GAM-GA) of this study value GAM and the real angle of rotation GA exceeded the predetermined values alpha and beta.

[0041] For this reason, as shown in drawing 8 (b), even if it is the case to which the input timing of G1 signal corresponded to input spacing of NE signal at the tooth-lead-angle side where it shifts angle of rotation (30degree-CA) according to this example Moreover, to a lag side, as conversely shown in drawing 8 (c), even if the input timing of G1 signal 30 degree-CA is the case where it shifts The value corresponding to that amount of gaps can be computed as real angle of rotation GA1 and GA2, and the abnormalities of the rotation phase of a crankshaft 22 and a cam shaft 26 can be detected by comparing this real angle of rotation GA1 and GA2 with the study value GAM. Moreover, in this example, without being influenced by the attachment tolerance of a crankshaft and a cam shaft in order to perform an abnormality judging using the study value GAM which equalized the real angle of rotation GA, an abnormality judging can be performed and abnormality judging precision can be improved.

[0042] $1/4$ [value / GAM / study / so-called] using [in / at the above-mentioned example / step 180] the above-mentioned operation expression $\{GAM = (3 \text{ and } GAM + GA) / 4\}$ here -- annealing, although it was made to compute For example, by [which memorize the real angle of rotation GA computed in step 150 by past multiple times, and was these-memorized] carrying out real angle-of-rotation GA addition, and doing a division with the memorized number Maximum GAm_{max} of the real angle of rotation GA which you may make it compute the study value GAM, and was computed in step 150 Minimum value GAm_{min} It memorizes. You may make it compute the study value GAM by operation expression $\{GAM = (GAm_{max} + GAm_{min}) / 2\}$.

[0043] Cylinder #1 reads the time of day t_b used as a top dead center from a timer 45, it memorizes it, and elapsed time $**t$ in the meantime is computed from the difference ($t_b - t_a$). moreover, the time of day t_a when G1 signal was inputted from the cam shaft sensor 36 in the above-mentioned example and the 1st -- the time check which performs count actuation, for example with an internal clock although it was made to convert into the angle of rotation tGA of a crankshaft 22 -- a counter -- using -- after [1st] G1 signal input -- you may make it clock time amount $**t$ until cylinder #1 becomes a top dead center

[0044] in addition -- if angle of rotation tGA becomes large by gear-tooth jump of a timing belt 24 etc. in this case -- especially -- the time of low rotation of an internal combustion engine 2 -- a time check -- the time check by the counter -- time amount $**t$ -- long -- becoming -- a time check -- a counter overflows and it may be able to stop being able to compute correctly angle of rotation tGA, as a result the real angle of rotation GA

[0045] then -- such -- a time check -- a counter -- using -- after [1st] G1 signal input, in clocking time amount $**t$ until cylinder #1 becomes a top dead center As shown in drawing 9, in G1 interrupt processing, the value of the counter (CCRNK) which counts NE signal like the above-mentioned crank counter 56 by actuation of CPU41 It judges whether it is under the predetermined value B showing the top dead center of cylinder #1 (step 210). the 1st -- beyond the predetermined value A showing before [a top dead center] predetermined angle of rotation of cylinder #1, and the 1st -- the case where the value of CCRNK is under B more than A -- a time check -- the time check by the counter being made to start (step 220), and, when the value of CCRNK is not under B more than A a time check -- the time check by the counter is forbidden and the malfunction detection flag XDC which expresses with a crankshaft 22 and a cam shaft 26 the purport which a certain abnormalities in

a phase generated is set -- what is necessary is just to make it like (step 230)

[0046] namely, the 1st determined with the values A and B of CCRNK as shown in drawing 10 -- only when G1 signal is inputted by predetermined angle-of-rotation within the limits in front of the top dead center of cylinder #1, calculation actuation of the real angle of rotation GA is performed, in other than this, calculation of the real angle of rotation GA is forbidden, and the malfunction detection flag XDC is set to them. and -- although the amount of rotation phase shifts of a crankshaft 22 and a cam shaft 26 cannot always be detected like the above-mentioned example when it does in this way -- a time check -- an abnormality judging can be performed correctly, preventing the miscalculation appearance of the real angle of rotation GA by overflow of a counter.

[0047] furthermore -- the above-mentioned example -- after [1st] G1 signal input, after converting time amount t until cylinder #1 becomes a top dead center into the angle of rotation tGA of a crankshaft 22 Although he is trying to compute the real angle of rotation GA by amending using the phase lag include angle C which calculated the value tGA using the map shown in drawing 6 Since the map of this phase lag include angle C is set up experimentally in quest of the delay of NE signal and G1 signal, it may shift from actual signal delay by dispersion in a digital disposal circuit etc. For this reason, the real angle of rotation GA computed in the above-mentioned example may shift from an actual value, and that error becomes large in the high rotation field where the delay of a signal is large.

[0048] It judges whether then, as shown in drawing 11 , in G1 interrupt processing, an internal combustion engine's 2 rotational speed is in the predetermined rotational-speed range N1 near the idle rotational speed - N2 (for example, 800-1200[r. p.m.]) (step 310). When an internal combustion engine's 2 rotational speed is in this range N1 - N2, current time t_a is memorized (step 320) and an internal combustion engine's 2 rotational speed separates from these range N1-N2 If it stops memorizing current time t_a and calculation of the real angle of rotation GA is forbidden, the detection precision of the real angle of rotation GA can be improved more.

[0049] in addition, judgment actuation of this step 310 -- a time check -- the same effectiveness is acquired even if it is made to perform in G1 interrupt processing shown in drawing 9 which prevents overflow of a counter.

[0050]

[Effect of the Invention] As explained above, it sets to detection equipment whenever [crank angle / of this invention]. While computing angle of rotation of a crankshaft after a reference signal is outputted from a cam shaft sensor until the criteria rotation location of a crankshaft is detected The study value which equalized that computed angle of rotation is computed, and he detects the rotation phase shift to the crankshaft of a cam shaft based on this study value and the newest angle of rotation, and is trying to judge the abnormalities in a phase of a cam shaft and a crankshaft. For this reason, according to this invention, by gear-tooth jump of the timing belt which connects a crankshaft and a cam shaft etc., even if the rotation phase shift of a crankshaft and a cam shaft exceeds angle of rotation of the crankshaft corresponding to angle-of-rotation signal output spacing of a crankshaft sensor, it can detect that amount of gaps correctly, and can judge the abnormalities in a phase certainly. Moreover, in this invention, like equipment before, the comparison with the criterion value and angle of rotation which were set up beforehand does not perform an abnormality judging, but since the comparison with the study value which equalized angle of rotation for which it asked in the past, and the newest angle of rotation performs an abnormality judging, an abnormality judging can be performed without being influenced by the attachment tolerance of a crankshaft and a cam shaft, and abnormality judging precision can be improved.

[Translation done.]

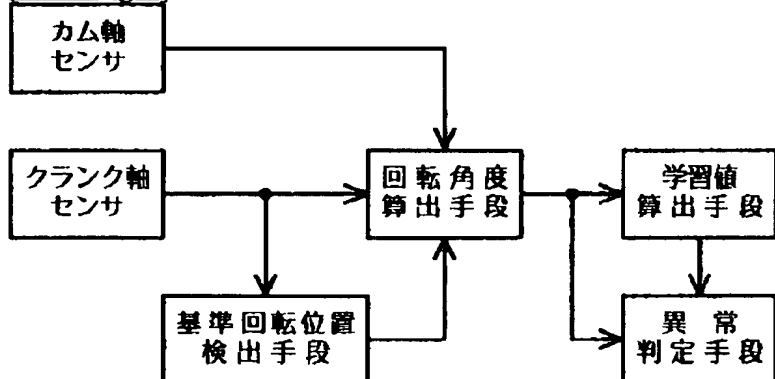
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

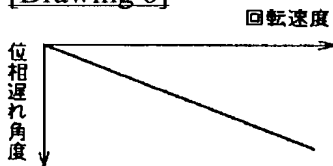
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

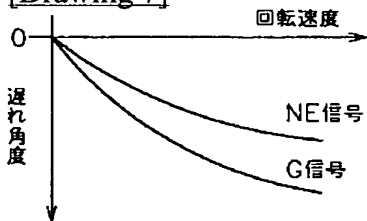
[Drawing 1]



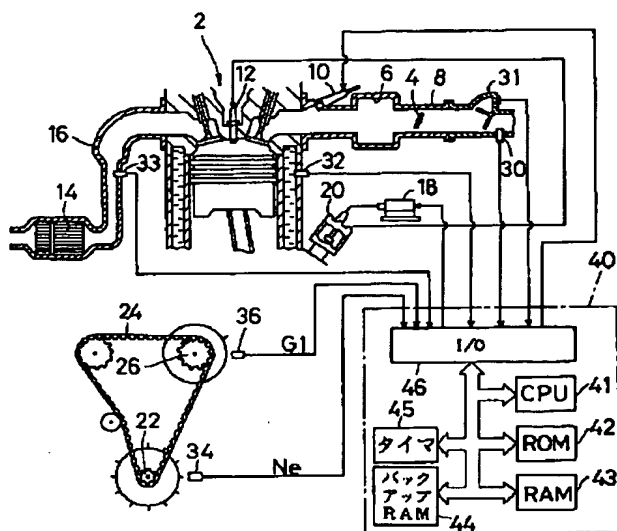
[Drawing 6]



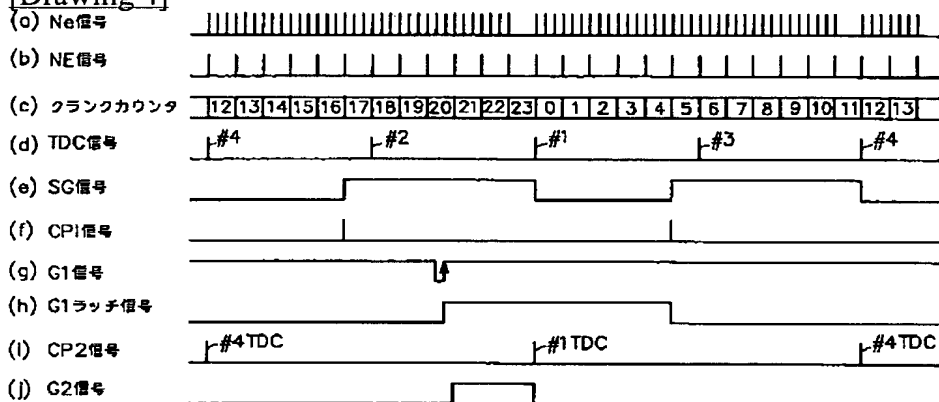
[Drawing 7]



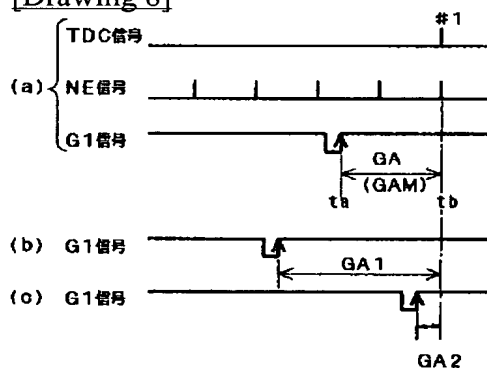
[Drawing 2]



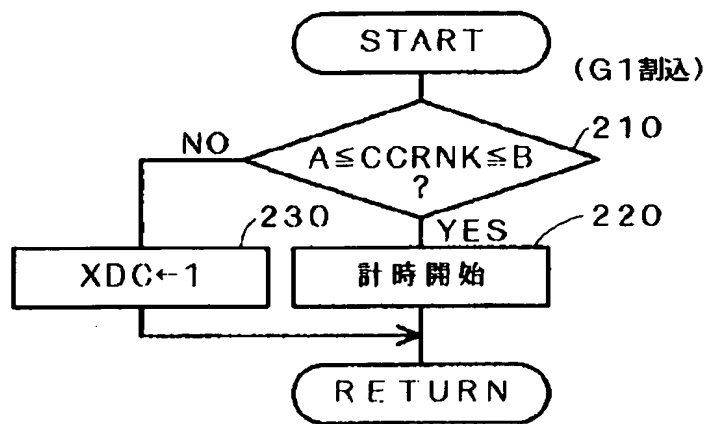
[Drawing 4]



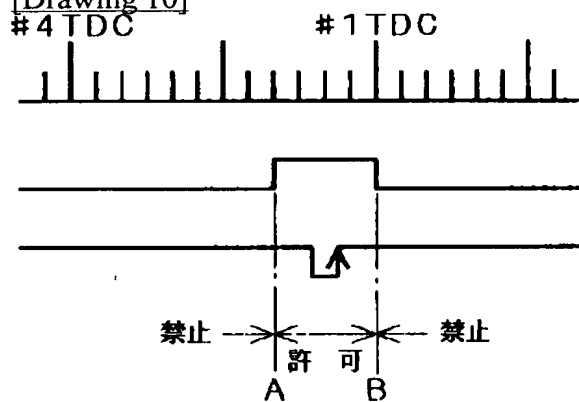
[Drawing 8]



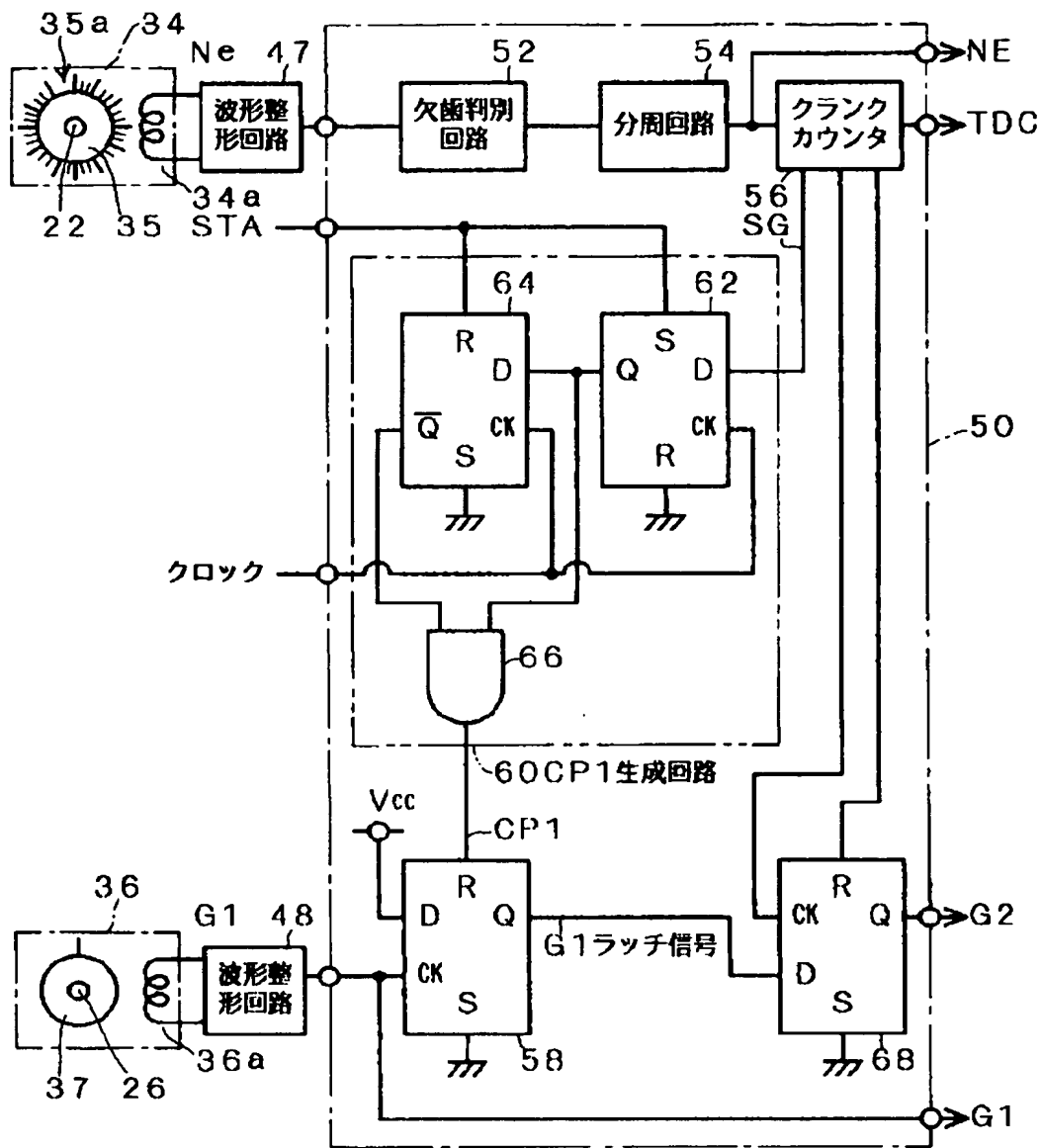
[Drawing 9]



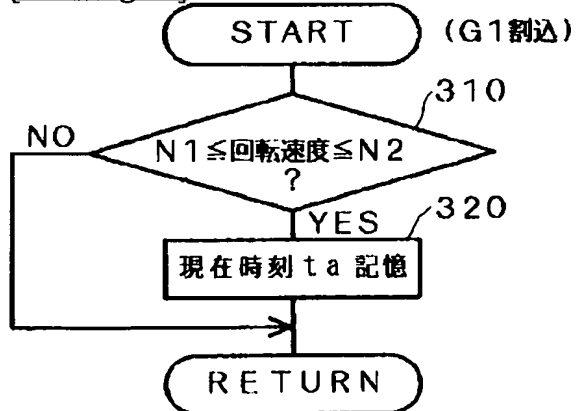
[Drawing 10]



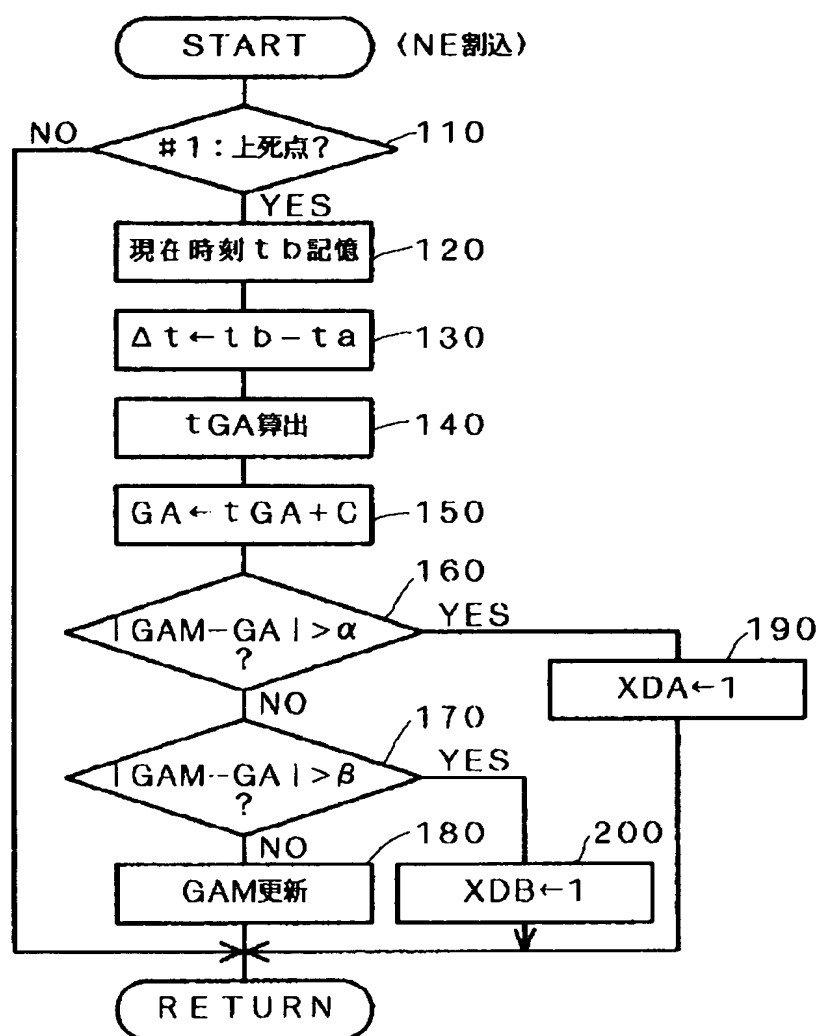
[Drawing 3]



[Drawing 11]



[Drawing 5]



[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-248304

(43)公開日 平成5年(1993)9月24日

(51)Int.Cl.⁵
F 0 2 D 45/00

識別記号 庁内整理番号
3 6 2 G 7536-3G
3 4 0 H 7536-3G
3 6 2 C 7536-3G

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全10頁)

(21)出願番号 特願平4-51727

(22)出願日 平成4年(1992)3月10日

(71)出願人 000004260

日本電装株式会社

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72)発明者 岡本 喜之

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 日本電

装株式会社内

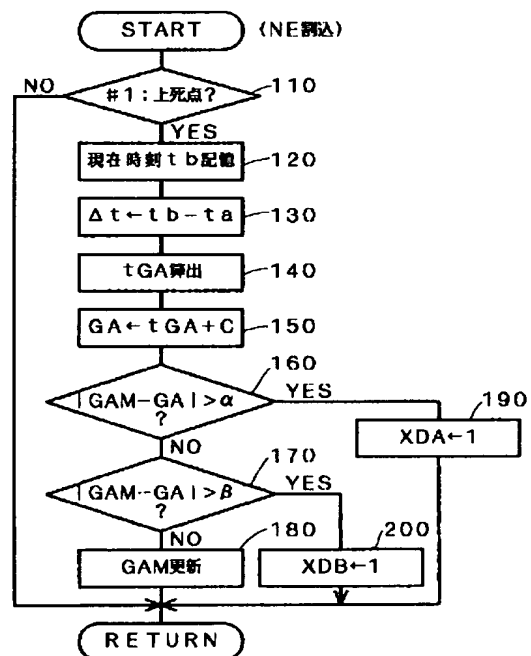
(74)代理人 弁理士 足立 勉

(54)【発明の名称】 内燃機関のクランク角度検出装置

(57)【要約】

【目的】 クランク軸とカム軸との回転位相のずれを、確実に、しかも高精度に検出して、位相異常を正確に判定できるクランク角度検出装置を提供する。

【構成】 クランク軸の所定回転角度毎にクランク軸の所定の回転位置を検出可能な回転角信号を発生するクランク軸センサと、カム軸の所定の回転位置で基準信号を発生するカム軸センサとを備え、カム軸センサから基準信号が出力されてからクランク軸センサからの出力信号によりクランク軸の所定の回転位置(#1:TDC)が検出されるまでの間のクランク軸の回転角度GAを算出する(ステップ110~150)と共に、過去に算出した回転角度GAの学習値GAMを算出し(ステップ180)、最新の回転角度GAと学習値GAMとの偏差から、クランク軸とカム軸との位相異常を判定する(ステップ160~200)。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のクランク軸に設けられ、該クランク軸の所定回転角度毎に、クランク軸の基準回転位置を識別可能な回転角信号を発生するクランク軸センサと、
上記クランク軸に機械的に連結されて該クランク軸の2回転に1回の割合で回転するカム軸に設けられ、該カム軸の所定の回転位置で基準信号を発生するカム軸センサと、
上記クランク軸センサからの回転角信号に基づき上記クランク軸の基準回転位置を検出する基準回転位置検出手段と、
上記カム軸センサから基準信号が出力される度に、上記クランク軸センサから出力される回転角信号に基づき、上記カム軸センサから基準信号が出力されてから上記基準回転位置検出手段にて上記クランク軸の基準回転位置が検出されるまでの間の上記クランク軸の回転角度を算出する回転角度算出手段と、
該回転角度算出手段にて過去に算出された複数の回転角度に基づき、該回転角度を平均化した学習値を算出する学習値算出手段と、
該学習値算出手段にて算出された上記回転角度の学習値と、上記回転角度算出手段にて算出された最新の回転角度とに基づき、上記カム軸の上記クランク軸に対する回転位相のずれを検出し、該ずれ量が所定値以上となったとき異常を判定する異常判定手段と、
を備えたことを特徴とする内燃機関のクランク角度検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、クランク軸の所定回転角度毎に回転角信号を発生するクランク軸センサと、クランク軸にタイミングベルト等を介して機械的に連結されたカム軸の1回転毎に基準信号を発生するカム軸センサとを備えた内燃機関のクランク角度検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】4サイクル内燃機関では、クランク軸の2回転で吸気から排気までの全行程が完了する。このためこの種の内燃機関には、クランク軸の所定回転角度毎に回転角信号を発生するクランク軸センサと、クランク軸にタイミングベルト等を介して機械的に連結されたカム軸の1回転毎に基準信号を発生するカム軸センサとが備えられ、カム軸センサからの基準信号により、クランク軸の基準回転位置（例えば特定気筒の上死点）を検出し、この検出結果とクランク軸センサからの回転角信号とに基づき、クランク軸の2回転を1周期としてクランク角度を検出するようにしている。

【0003】ところでカム軸センサが設けられるカム軸は、内燃機関のクランク軸にタイミングベルト等を介し

て機械的に接続されているため、歯車のバックラッシュ、タイミングベルトの撓み等によって、カム軸とクランク軸との回転の位相がずれることがある。そしてこうした回転位相のずれ（位相異常）が発生すると、クランク角度の検出結果に異常が生じ、その検出結果に基づき点火時期制御等を良好に行なうことができなくなる。

【0004】そこで従来では、例えば特開昭64-68618号公報に開示されている如く、カム軸センサから基準信号が出力された後、クランク軸センサから次に回転角信号が出力されるまでのクランク軸の回転角度を算出し、この算出結果が予め設定された所定範囲から外れると、上記位相異常が発生したと判断して、機関制御を、上記各センサにより得られるクランク角度を使用しない制御に切り換えることが考えられている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしこの提案の装置においては、カム軸センサからの基準信号が、クランク軸センサからクランク軸の所定回転角度位置で出力される2つの回転角信号の間にあることを前提としているため、タイミングベルトの歯飛び等により、クランク軸とカム軸との回転位相のずれが、クランク軸センサの回転角信号出力間隔に対応したクランク軸の回転角度を越えた場合には、そのずれ量を正確に検出することができないといった問題があった。

【0006】また、クランク軸とカム軸との回転位相のずれ量が、クランク軸センサの回転角信号出力間隔に対応したクランク軸の回転角度或はその倍数になった場合には、カム軸センサから基準信号が出力された後、クランク軸センサから次に回転角信号が出力されるまでのクランク軸の回転角度が、正常時と同じになるので、上記位相異常を検出できなくなってしまうといった問題もある。

【0007】また更に、クランク軸とカム軸とはタイミングベルト等を用いて機械的に連結されているので各軸の回転位相には組付け公差が含まれ、各センサからの検出信号にもこの組付け公差によって位相のずれが生じるため、クランク軸とカム軸との回転位相のずれ量がその公差内にある場合には、異常判定を行なうことができないといった問題もある。

【0008】本発明は、こうした問題に鑑みなされたもので、クランク軸とカム軸との回転位相のずれを、確実に、しかも高精度で検出して、位相異常を正確に判定することのできる内燃機関のクランク角度検出装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】即ち上記目的を達成するためになされた本発明は、図1に例示する如く、内燃機関のクランク軸に設けられ、該クランク軸の所定回転角度毎に、クランク軸の基準回転位置を識別可能な回転角信号を発生するクランク軸センサと、上記クランク軸に

機械的に連結されて該クランク軸の2回転に1回の割合で回転するカム軸に設けられ、該カム軸の所定の回転位置で基準信号を発生するカム軸センサと、上記クランク軸センサからの回転角信号に基づき上記クランク軸の基準回転位置を検出する基準回転位置検出手段と、上記カム軸センサから基準信号が出力される度に、上記クランク軸センサから出力される回転角信号に基づき、上記カム軸センサから基準信号が出力されてから上記基準回転位置検出手段にて上記クランク軸の基準回転位置が検出されるまでの間の上記クランク軸の回転角度を算出する回転角度算出手段と、該回転角度算出手段にて過去に算出された複数の回転角度に基づき、該回転角度を平均化した学習値を算出する学習値算出手段と、該学習値算出手段にて算出された上記回転角度の学習値と、上記回転角度算出手段にて算出された最新の回転角度とに基づき、上記カム軸の上記クランク軸に対する回転位相のずれを検出し、該ずれ量が所定値以上となったとき異常を判定する異常判定手段と、を備えたことを特徴とする内燃機関のクランク角度検出装置を要旨としている。

【0010】

【作用】上記のように構成された本発明のクランク角度検出装置においては、クランク軸センサが、クランク軸の所定回転角度毎に、クランク軸の基準回転位置を識別可能な回転角信号を発生し、カム軸センサが、カム軸の所定の回転位置で基準信号を発生し、基準回転位置検出手段が、クランク軸センサからの回転角信号に基づきクランク軸の基準回転位置を検出する。

【0011】またカム軸センサが基準信号を発生すると、回転角度算出手段が、クランク軸センサからの回転角信号に基づき、カム軸センサから基準信号が出力されてから基準回転位置検出手段にてクランク軸の基準回転位置が検出されるまでの間のクランク軸の回転角度を算出し、学習値算出手段が、その回転角度算出手段にて過去に算出された複数の回転角度に基づき、回転角度を平均化した学習値を算出する。

【0012】すると異常判定手段が、学習値算出手段にて算出された学習値と、回転角度算出手段にて算出された最新の回転角度とに基づき、カム軸のクランク軸に対する回転位相のずれを検出して、そのずれ量が所定値以上となったとき異常を判定する。

【0013】

【実施例】以下に本発明の実施例を図面と共に説明する。まず図2は本発明が適用された4気筒の内燃機関2及びその周辺装置を表す概略構成図である。

【0014】図に示す如く内燃機関2には、図示しないアクセルペダルに連動して開閉されるスロットルバルブ4、吸気の脈動を除去するためのサージタンク6等が設けられた吸気管8を介して空気が導入される。また燃料は、燃料噴射弁10を開弁することにより各気筒毎に供給され、各気筒に設けられた点火プラグ12により点火

される。そしてこの点火による燃焼後の排気は、排気浄化のための三元触媒14が設けられた排気管16を通して排出される。

【0015】また各気筒の点火プラグ12には、点火コイル18により発生された高電圧がディストリビュータ20を介して順次分配され、これによって各気筒毎に点火が実行される。即ち、ディストリビュータ20は、内燃機関2のクランク軸22にタイミングベルト24を介して連結されたカム軸26に取り付けられ、カム軸26がクランク軸22の2回転に1回の割合で回転することにより、点火コイル18が発生した高電圧を各気筒の点火プラグ12に順次分配する。

【0016】また次に内燃機関2には、その運転状態を検出するためのセンサとして、吸気温度を検出する吸気温度センサ30、吸気管8に流入する空気量を検出するエアフロメータ31、冷却水の温度を検出する水温センサ32、排気中の酸素濃度から内燃機関2に供給された燃料混合気の空燃比を検出する空燃比センサ33、クランク軸22に取り付けられ、クランク軸22の所定回転角度毎に回転角信号（以下、Ne信号という。）を発生するクランク軸センサ34、及び、カム軸26に取り付けられ、カム軸26の所定の回転角度位置で基準信号（以下、G1信号という。）を発生するカム軸センサ36が備えられている。

【0017】なお、クランク軸センサ34は、所謂磁気センサであり、図3に示す如く、周囲に等間隔で36個の突起を形成すると共にその突起を2個だけ削って欠歯部35aを形成したロータ35をクランク軸22に固定して、ロータ35周囲の所定位置に固定した検出コイル34aにより、ロータ35の突起を磁気的に検出するようにされている。また検出コイル34aは、欠歯部35aの次の突起を内燃機関2の第1気筒#1及び第4気筒#4の上死点位置で検出するように位置決めされている。このため、クランク軸センサ34からは、図4

(a)に示す如く、欠歯部35aに対応した内燃機関2の第1気筒#1及び第4気筒#4の上死点前30℃A部分を除く回転領域で、クランク軸22の10℃A毎にNe信号が出力されることとなる。

【0018】また、カム軸センサ36は、クランク軸センサ34と同様、所謂磁気センサであり、図3に示す如く、周囲に突起が1個形成されたロータ37をカム軸26に固定し、その突起をロータ37周囲の所定位置に固定した検出コイル36aを用いて磁気的に検出するようにされている。また検出コイル36aは、内燃機関2の第1気筒#1の上死点前の所定回転角度でロータ37の突起を検出するように位置決めされている。このため、カム軸センサ36からは、図4(g)に示す如く、カム軸26の1回転に1回、即ちクランク軸22の2回転に1回、の割合で第1気筒#1の上死点前にG1信号が出力されることとなる。

【0019】次に上記各センサからの検出信号は、電子制御装置（ECU）40に入力される。ECU40は、CPU41、ROM42、RAM43、バックアップRAM44、タイマ45、入出力回路（I/O）46等からなる周知のマイクロコンピュータにより構成されており、内燃機関2の運転状態を表す上記各センサからの検出信号に基づき、内燃機関2に供給される燃料混合気の空燃比や点火コイル18からの高電圧発生タイミング（即ち点火時期）等を制御する。

【0020】またECU40の入出力回路46内には、上記クランク軸センサ34からのNe信号及びカム軸センサ36からのG1信号を処理して、CPU41にて内燃機関2を制御するのに使用される各種信号を生成する信号処理回路が設けられている。

【0021】この信号処理回路は、図3に示す如く、Ne信号及びG1信号を夫々波形整形する波形整形回路47、48と、各波形整形回路47、48にて波形整形されたNe信号及びG1信号から、クランク軸30℃A毎の回転角信号（以下、NE信号という。）、各気筒の上死点を表す上死点信号（以下、TDC信号という。）、及び気筒判別用の気筒判別信号（以下、G2信号という。）を生成する信号生成回路50とから構成されている。

【0022】以下、この信号生成回路50の構成及び動作について説明する。図3に示す如く、信号生成回路50においては、まず波形整形回路47にて波形整形された図4（a）に示すNe信号が、欠歯判別回路52に入力される。欠歯判別回路52は、Ne信号の入力間隔から、欠歯、即ち内燃機関2の第1気筒#1又は第4気筒#4の上死点を判別する。すると、分周回路54が、その後入力される回転角信号Neを1/3分周することにより、図4（b）に示すクランク軸22の30℃A毎のNE信号を生成する。

【0023】また信号生成回路50には、分周回路54の分周開始時、即ち欠歯判別回路52が欠歯を判別した時にリセットされ、その後分周回路54から出力されるNE信号によりカウントアップを行ない、図4（c）に示す如く、カウント値が「23」になると次のNE信号でカウント値を0にリセットして、再度カウントアップを開始する、クランクカウンタ56が設けられている。このクランクカウンタ56は、図4（d）に示す如く、カウント値が「5」、「11」、「17」、「23」となった次のNE信号により、TDC信号を発生する。

【0024】つまりクランクカウンタ56は、内燃機関2の第1気筒#1又は第4気筒#4の上死点でリセットされ、その後クランク軸22が2回転するまでの間クランク軸22の30℃A毎にカウントアップを行なうため、そのカウント値により、気筒は特定できないものの、各気筒の上死点を検出することができる。そこで本実施例では、クランクカウンタ56から上記のようにT

DC信号を発生させることにより、CPU41が各気筒の上死点を正確に検知できるようにしている。

【0025】またクランクカウンタ56は、そのカウント値により第1気筒#1又は第4気筒#4の上死点を検出できるため、この上死点前の所定回転角度範囲内に入力されるG1信号を取り込むための図4（e）に示すサンプルゲート信号（以下、SG信号という。）を発生する。

【0026】このSG信号は、波形整形回路48を介して入力されるG1信号をラッチするDフリップフロップ回路58をリセットするためのクリアパルス（以下、CP1信号という。）を生成するCP1生成回路60に入力される。CP1生成回路60は、内燃機関2の始動時に入力されるスタータ信号（STA）により、夫々、セット、リセットされ、ECU40内の内部クロック（CK）により動作するDフリップフロップ回路62、64と、Dフリップフロップ回路62の出力及びDフリップフロップ回路64の反転出力が共にHighレベルであるときにHighレベルの信号（即ちCP1信号）を出力するアンド回路66とから構成されており、上記SG信号がDフリップフロップ回路62の入力端子Dに入力され、Dフリップフロップ回路62の出力がDフリップフロップ回路64の入力端子Dに入力にされる。従って、CP1生成回路60は、図4（f）に示す如く、SG信号の立上がり時に、内部クロックの周期で決定される所定幅のCP1信号を生成することとなり、このCP1信号により、Dフリップフロップ回路58がリセットされる。

【0027】一方、Dフリップフロップ回路58には、波形整形回路48を介して入力される図4（g）に示すG1信号がクロック信号として入力され、Dフリップフロップ回路58の入力端子Dには、常時電源電圧VCCが印加されている。このためDフリップフロップ回路58の出力は、G1信号が入力された時にHighレベルとなる。また上記のようにDフリップフロップ回路58は、CP1生成回路60から出力されるCP1信号によりリセットされる。従ってDフリップフロップ回路58では、G1信号が入力された後CP1信号が入力されるまでの間Highレベルとなる、図4（h）に示すG1ラッチ信号が生成されることとなる。

【0028】次に、このG1ラッチ信号は、Dフリップフロップ回路68の入力端子Dに入力される。Dフリップフロップ回路68は、クランクカウンタ56がNE信号によりカウント動作を行なう度に発生するNEクロックを受けて動作し、クランクカウンタ56から第1気筒#1又は第4気筒#4の上死点検出時に出力される図4（i）に示すクリアパルス（CP2）によりリセットされる。このため、Dフリップフロップ回路68では、G1ラッチ信号入力後、NE信号と同期して立上がり、その後第1気筒#1又は第4気筒#4の上死点で立ち下がる（G1信号が正常であれば第1気筒#1の上死点で立

ち下がる)、図4(j)に示す気筒判別用のG2信号が生成される。

【0029】このように信号生成回路50で生成されたクランク軸30℃A毎のNE信号、各気筒の上死点を表すTDC信号、及び気筒判別用のG2信号は、波形整形回路48で波形整形されたG1信号と共にCPU41に入力される。このためCPU41側では、TDC信号とG2信号とにより、特定気筒(本実施例では第1気筒#1)の上死点を検出すると共に、その後入力されるNE信号やTDC信号により、クランク角度、内燃機関各気筒の行程等を把握し、燃料噴射弁10の駆動タイミングや、点火コイル18から高電圧を発生させるタイミング(点火時期)を制御する。

【0030】次に、CPU41にてクランク軸22とカム軸26との回転位相の異常を検出するために実行される異常判定処理について、図5に示すフローチャートに沿って説明する。なおCPU41は、この異常判定処理とは別に、波形整形回路48を介して入力されるG1信号の立上がりタイミングで、現在時刻 t_a をタイマ45から読出し、記憶する、図示しないG1割込処理を行なうようにされている。

【0031】図5に示す異常判定処理は、CPU41において、信号生成回路50からNE信号が入力される度に実行されるNE割込処理の一つとして実行される処理であり、処理が開始されると、まずステップ110にて、現在TDC信号が入力されており、しかも上述のG2信号が今までHighレベルであったか否かを判断することにより、現在第1気筒#1が上死点にあるか否かを判断する。そして、第1気筒#1が上死点でなければ当該処理を終了し、第1気筒#1が上死点であれば、ステップ120に移行して、現在時刻 t_b をタイマ45から読出し、記憶する。

【0032】次にステップ130では、今回記憶した現在時刻 t_b と、上述のG1割込処理によりG1信号の立上がりタイミングで記憶した時刻 t_a との偏差(即ち、G1信号入力後第1気筒#1が上死点となるのに要した時間) Δt を求め、次ステップ140にて、この時間 Δt を、NE信号の入力周期から求めた内燃機関2の回転速度に基づき、クランク軸22の回転角度 t_{GA} に換算する。

【0033】また次にステップ150では、予め設定されている図6に示す如きマップを用いて、内燃機関2の回転速度に基づき位相遅れ角度 C を求め、この位相遅れ角度 C を用いて上記換算した回転角度 t_{GA} を補正することにより、G1信号入力後第1気筒#1が上死点となるのに要したクランク軸22の実回転角度 G_A を算出する。

【0034】即ち、NE信号は、クランク軸センサ34からのNe信号を波形整形回路47で波形整形し、更に信号生成回路50内で信号処理することにより生成され

るため、クランク軸22の実際の回転角度に対して遅れが生じ、その遅れは、図7に示す如く、内燃機関2の回転速度が高いほど増加する。また同様にG1信号にも遅れが生じ、しかもG1信号はカム軸26の回転により生成されるため、その遅れは図7に示す如くNE信号より更に大きな遅れとなってしまう。従ってこれら各信号の位相差は、内燃機関2の回転速度に応じて変化し、内燃機関2の回転速度が高いほど大きくなる。

【0035】そこで本実施例では、こうした各信号の位相差によって生じる上記回転角度 t_{GA} の測定誤差を補正するため、予め図6に示す内燃機関2の回転速度に対応した位相遅れ角度を表すマップを作成しておき、このマップから位相遅れ角度 C を読み取り、この値を用いて回転角度 t_{GA} を補正することにより、G1信号入力後第1気筒#1が上死点となるのに要したクランク軸22の実回転角度 G_A を正確に算出できるようにしている。

【0036】このようにステップ150にて、実回転角度 G_A が算出されると、今度はステップ160に移行して、後述のステップ180にて過去に算出した実回転角度 G_A の学習値 G_{AM} と、今回ステップ150で求めた実回転角度 G_A との偏差($G_{AM}-G_A$)の絶対値が所定値 α (例えば50℃A)を越えたか否かを判断する。またこの偏差($G_{AM}-G_A$)の絶対値が所定値 α を越えていなければ、ステップ170に移行して、偏差($G_{AM}-G_A$)の絶対値が所定値 β (例えば15℃A)を越えたか否かを判断する。

【0037】そしてこの偏差($G_{AM}-G_A$)の絶対値が所定値 β を越えていなければ、クランク軸22とカム軸26とはタイミングベルト24により正常に連結されており、回転異常はないと判断して、ステップ180に移行し、今回ステップ150で求めた実回転角度 G_A と現在の学習値 G_{AM} とに基づき、演算式 $\{G_{AM}=(3 \cdot G_{AM}+G_A)/4\}$ を用いて学習値 G_{AM} を更新して、当該処理を一旦終了する。

【0038】一方ステップ160にて、学習値 G_{AM} と実回転角度 G_A との偏差($G_{AM}-G_A$)の絶対値が所定値 α を越えたと判断された場合には、タイミングベルト24に係合するカム軸センサ36側のギヤの歯飛びが発生したと判断して、ステップ190に移行し、その旨を運転者に報知するための異常検出フラグ XDA をセットした後、当該処理を終了する。

【0039】またステップ170にて、学習値 G_{AM} と実回転角度 G_A との偏差($G_{AM}-G_A$)の絶対値が所定値 β を越えたと判断された場合には、タイミングベルト24の歯飛びが発生したと判断して、ステップ200に移行し、その旨を運転者に報知するための異常検出フラグ XDB をセットした後、当該処理を終了する。

【0040】以上説明したように、本実施例では、図8(a)に示す如く、カム軸センサ36からG1信号が入力された時刻 t_a と、その後第1気筒#1が上死点とな

った時刻 t_b とから、クランク軸 22 の実回転角度 G_A を算出すると共に、この実回転角度 G_A を上記演算式 $\{GAM = (3 \cdot GAM + G_A) / 4\}$ を用いて平均化することにより学習値 GAM を算出し、この学習値 GAM と実回転角度 G_A との偏差 $(GAM - G_A)$ が所定値 α 、 β を越えたか否かによって、カム軸センサ 36 側ギヤ及びタイミングベルト 24 の歯飛びによる位相異常を判断するようにしている。

【0041】このため、本実施例によれば、図 8 (b) に示す如く G1 信号の入力タイミングが進角側に NE 信号の入力間隔に対応した回転角度 ($30^\circ CA$) ずれた場合であっても、また逆に図 8 (c) に示す如く G1 信号の入力タイミングが遅角側に $30^\circ CA$ ずれた場合であっても、実回転角度 G_{A1} 、 G_{A2} として、そのずれ量に対応した値を算出することができ、この実回転角度 G_{A1} 、 G_{A2} と学習値 GAM とを比較することにより、クランク軸 22 とカム軸 26 の回転位相の異常を検出することができる。また本実施例では、実回転角度 G_A を平均化した学習値 GAM を用いて異常判定を行なうため、クランク軸とカム軸との組付け公差に影響されることなく、異常判定を行なうことができ、異常判定精度を向上できる。

【0042】ここで上記実施例では、ステップ 180 において、学習値 GAM を、上記演算式 $\{GAM = (3 \cdot GAM + G_A) / 4\}$ を用いた、所謂 $1/4$ なましによって算出するようにしたが、例えばステップ 150 において算出した実回転角度 G_A を過去複数回分記憶しておき、これら記憶した実回転角度 G_A を加算して、その記憶した個数で除算することにより、学習値 GAM を算出するようにしてもよく、またステップ 150 において算出した実回転角度 G_A の最大値 G_{Amax} と最小値 G_{Amin} とを記憶しておき、学習値 GAM を、演算式 $\{GAM = (G_{Amax} + G_{Amin}) / 2\}$ により算出するようにしてもよい。

【0043】また上記実施例では、カム軸センサ 36 から G1 信号が入力された時刻 t_a 、及び第 1 気筒 #1 が上死点となった時刻 t_b をタイマ 45 から読出して記憶し、その差 $(t_b - t_a)$ からその間の経過時間 Δt を算出して、クランク軸 22 の回転角度 tGA に換算するようにしたが、例えば内部クロックによりカウント動作を行なう計時カウンタを用いて、G1 信号入力後第 1 気筒 #1 が上死点となるまでの時間 Δt を計時するようにしてもよい。

【0044】なおこの場合、タイミングベルト 24 の歯飛び等で回転角度 tGA が大きくなると、特に内燃機関 2 の低回転時に、計時カウンタによる計時時間 Δt が長くなり、計時カウンタがオーバーフローして、回転角度 tGA 、延いては実回転角度 G_A を正確に算出できなくなることがある。

【0045】そこでこのように計時カウンタを用いて、

G1 信号入力後第 1 気筒 #1 が上死点となるまでの時間 Δt を計時する場合には、図 9 に示す如く、G1 割込処理において、CPU 41 の動作により NE 信号を上記クランクカウンタ 56 と同様にカウントするカウンタ (CCRNK) の値が、第 1 気筒 #1 の上死点前所定回転角度を表す所定値 A 以上、且つ第 1 気筒 #1 の上死点を表す所定値 B 未満であるか否かを判断し (ステップ 210)、CCRNK の値が A 以上 B 未満である場合にのみ、計時カウンタによる計時を開始させ (ステップ 220)、CCRNK の値が A 以上 B 未満でない場合には、計時カウンタによる計時を禁止して、クランク軸 22 とカム軸 26 とに何等かの位相異常が発生した旨を表す異常検出フラグ XDC をセットする (ステップ 230) ようにすればよい。

【0046】即ち、図 10 に示す如く、CCRNK の値 A、B で決定される第 1 気筒 #1 の上死点前の所定回転角度範囲内で G1 信号が入力された場合にのみ、実回転角度 G_A の算出動作を行ない、これ以外の場合には、実回転角度 G_A の算出を禁止して、異常検出フラグ XDC をセットするのである。そしてこのようにした場合、上記実施例のようにクランク軸 22 とカム軸 26 との回転位相のずれ量を常時検出することはできないものの、計時カウンタのオーバーフローによる実回転角度 G_A の誤算出を防止しつつ、異常判定を正確に行なうことができる。

【0047】また更に上記実施例では、G1 信号入力後第 1 気筒 #1 が上死点となるまでの時間 Δt をクランク軸 22 の回転角度 tGA に換算した後、その値 tGA を、図 6 に示すマップを用いて求めた位相遅れ角度 C を用いて補正することにより、実回転角度 G_A を算出するようにしているが、この位相遅れ角度 C のマップは、NE 信号及び G1 信号の遅れを実験的に求めて設定されるため、信号処理回路のばらつき等により、実際の信号遅れからずれることがある。このため上記実施例で算出される実回転角度 G_A は、実際の値からずれることがあり、その誤差は、信号の遅れが大きい高回転領域で大きくなる。

【0048】そこで、例えば図 11 に示す如く、G1 割込処理において、内燃機関 2 の回転速度がアイドル回転速度近傍の所定回転速度範囲 $N1 \sim N2$ (例えば $800 \sim 1200$ [r.p.m.]) 内にあるか否かを判断し (ステップ 310)、内燃機関 2 の回転速度がこの範囲 $N1 \sim N2$ 内にあるときにのみ、現在時刻 t_a を記憶し (ステップ 320)、内燃機関 2 の回転速度がこの範囲 $N1 \sim N2$ から外れた場合には、現在時刻 t_a を記憶するのを中止して実回転角度 G_A の算出を禁止するようにすれば、実回転角度 G_A の検出精度をより向上することができる。

【0049】なおこのステップ 310 の判定動作は、計時カウンタのオーバーフローを防止する図 9 に示した G1

割込処理において実行するようにしても、同様の効果が得られる。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のクランク角度検出装置においては、カム軸センサから基準信号が出力されてからクランク軸の基準回転位置が検出されるまでの間のクランク軸の回転角度を算出すると共に、その算出した回転角度を平均化した学習値を算出し、この学習値と最新の回転角度とに基づきカム軸のクランク軸に対する回転位相のずれを検出して、カム軸とクランク軸との位相異常を判断するようにしている。このため本発明によれば、クランク軸とカム軸とを連結するタイミングベルトの歯飛び等により、クランク軸とカム軸との回転位相のずれが、クランク軸センサの回転角信号出力間隔に対応したクランク軸の回転角度を越えたとしても、そのずれ量を正確に検出することができ、位相異常を確実に判断できる。また本発明では、従来装置のように、予め設定された判定基準値と回転角度との比較によって異常判定を行なうのではなく、過去に求めた回転角度を平均化した学習値と最新の回転角度との比較によって異常判定を行なうため、クランク軸とカム軸との組付け公差に影響されることなく異常判定を行なうことができ、異常判定精度を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の構成を例示するブロック図である。

【図2】 実施例の4気筒内燃機関及びその周辺装置を表す概略構成図である。

【図3】 ECU40の入出力回路46に設けられた信号処理回路の構成を表す説明図である。

【図4】 信号処理回路の動作を説明するタイムチャートである。

【図5】 CPU41にて実行される異常判定処理を表すフローチャートである。

【図6】 位相遅れ角度C算出用のマップを表す説明図である。

【図7】 内燃機関の回転速度に対応したNE信号及びG1信号の遅れを説明する説明図である。

【図8】 実施例の動作を説明する説明図である。

【図9】 回転角度算出のために計時カウンタを用いた場合のG1割込処理の一例を表すフローチャートである。

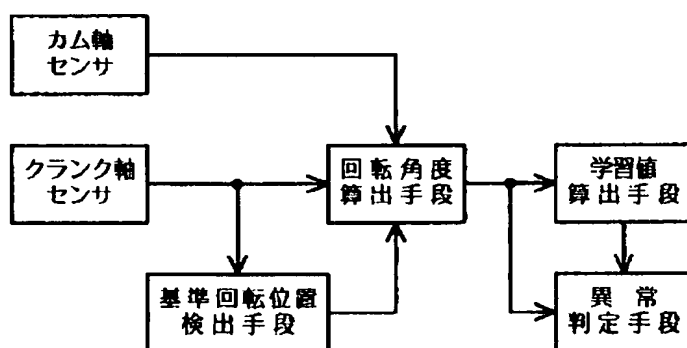
【図10】 図9に示したG1割込処理の動作を説明する動作説明図である。

【図11】 回転角度の算出精度を向上するためのG1割込処理の一例を表すフローチャートである。

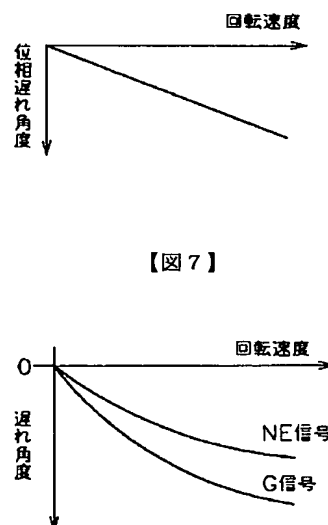
【符号の説明】

2…内燃機関 22…クランク軸 24…タイミングベルト
26…カム軸 34…クランク軸センサ 36…カム軸センサ
34a, 36a…検出コイル 35, 37…ロータ
35a…欠歯部
40…ECU 41…CPU 46…入出力回路
47, 48…波形整形回路 50…信号生成回路
54…分周回路
56…クランクカウンタ 60…CP1生成回路
66…アンド回路
58, 62, 64, 68…Dフリップフロップ回路

【図1】

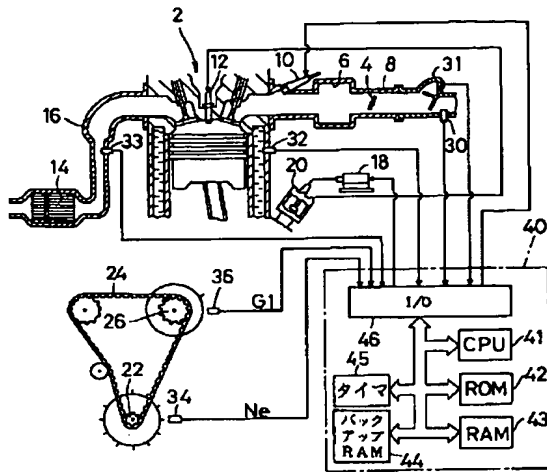


【図6】

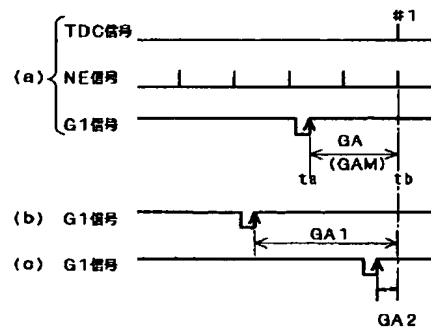


【図7】

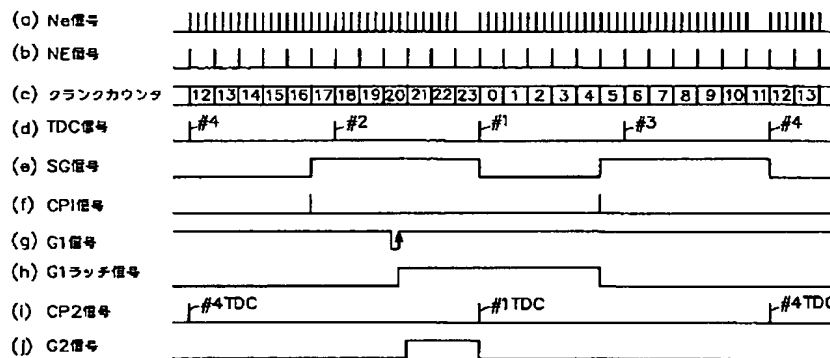
【図 2】



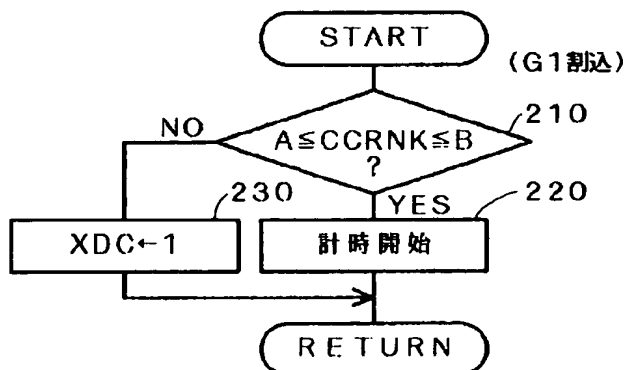
【图 8】



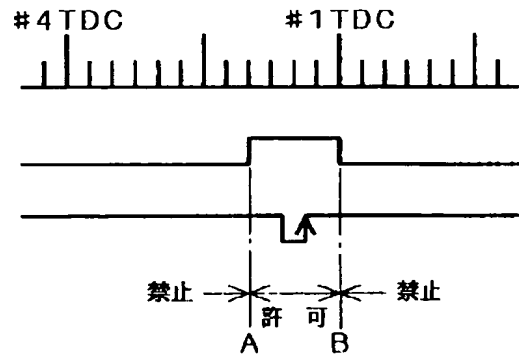
【図 4】



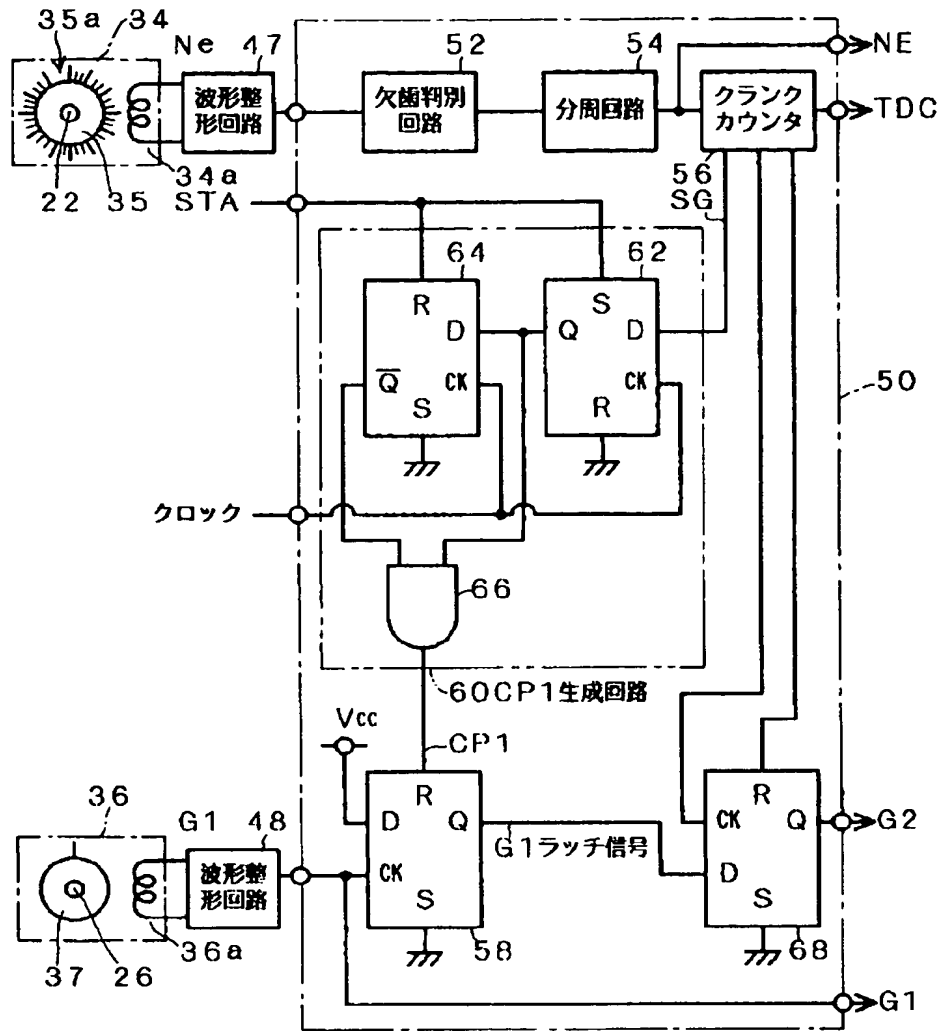
【図9】



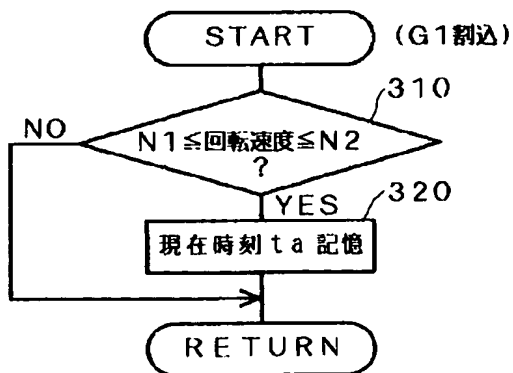
【図 10】



【図3】



【図11】



【图5】

